

信号通信
情報

列車制御システムの概念設計段階における安全性確認手法

岩田浩司

高いレベルの安全性が要求される列車制御システムには、安全対策を適切に漏れなく適用することが重要である。近年のシステムには多様な機能が求められており、システム構造の複雑化回避には、設計仕様を概念段階と詳細段階とに区分けすることが欠かせないと考える。そこで、一般的な技術指針である列車保安制御システムの安全性技術指針と詳細設計例との中間に位置づけられる概念設計段階の安全性確認項目を安全要件として定め、システムを構成する各機能の安全要件のフォーマット(図)、ならびに、このフォーマットを用いた安全性確認手法を提案する。この安全要件のフォーマットは、対策の適用順を考慮して本質的な安全対策と追加の安全対策に分けた構成とした。本報告では、提案手法、無線を用いた列車制御システムCARAT

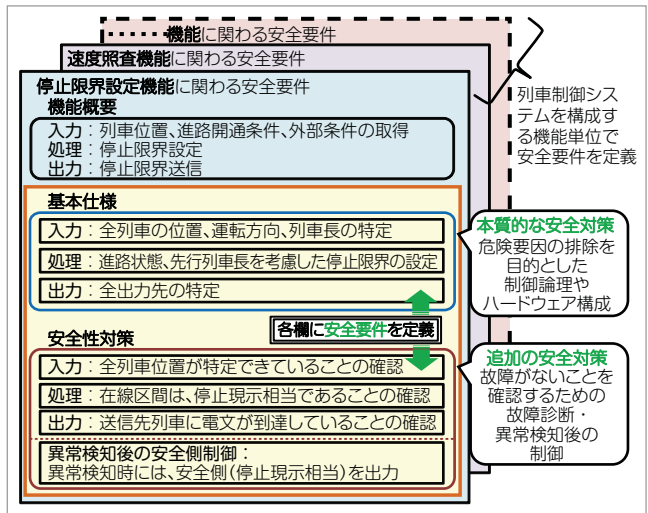


図 提案する安全要件のフォーマット

を一例とした適用結果、ならびに、提案手法を効率的に実施するための安全性確認支援ツールについて述べる。

信号通信
情報

雷過電圧の観測に基づく信号設備の雷リスク評価

新井英樹 小野雄人 藤田浩由

本研究では、落雷時に、信号設備を構成する地上敷設の信号ケーブル、架空敷設の電源線、およびレールに発生する過電圧を長期的に観測し、雷電流値と測定地点から落雷位置までの距離との比である落雷条件との相関を把握した。図中の推定式を用いて、信号設備に雷害が発生する恐れのある落雷条件を求めることができる。なお、推定結果が、実際に雷害が発生したときの落雷条件の調査結果と概ね一致することを確認している。

また、落雷条件の発生確率を考慮することで、信号設備の雷害発生確率の推定が可能になる。例えば、半径10kmの範囲内への落雷数が1,000回/年の地域にある耐過電圧30kVの信号設備では、雷害発生確率が0.36回/年・設備と推定される。

本手法により、雷リスクを目標とするレベルにまで低減

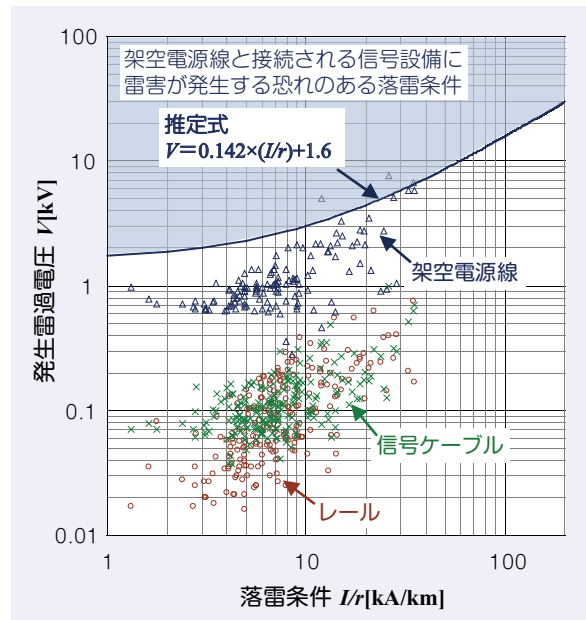


図 雷害に至る落雷条件の推定

させるのに必要な信号設備の耐雷性能を明確にすることができる。

信号通信
情報

北陸新幹線50/60Hzき電両用区間対応DS-ATCの開発

寺田夏樹 横田倫一 須貝孝博 葛西隆也
武田真吾

現在建設中の北陸新幹線(長野～金沢間)には、50Hzと60Hzのき電区間が存在するが、東北・上越新幹線に導入されているDS-ATCシステムは50Hzき電区間にのみ対応しているため、60Hzき電区間への対応など、DS-ATCを北陸新幹線に導入するための開発を鉄道・運輸機構、JR東日本、鉄道総研で実施した。

まず、電車電流の周波数分析結果に基づき、ATC信号周波数を決定した。次にATC信号が地上から車上に正常に伝送できることを

確認するための試験を実施した。

さらに、異周波電源突き合わせ区間において50Hzき電区間向けATC信号と60Hzき電区間向けATC信号を地上及び車上で切り替える機能の確認試験を新軽井沢き電区分所にて実施し、機能に問題がないことを確認した。

また、新高田き電区分所～新糸魚川き電区分所間は通常は50Hzでき電されるが、救済き電時には60Hzでき電される。この両用への対応方式も検討の上決定した。

表 北陸新幹線向けDS-ATCの主な仕様

		60Hz 区間	50Hz 区間
ATC 信号	搬送周波数	下り 1560Hz 上り 1680Hz	下り 1500Hz 上り 1600Hz
	変調方式	電源同期 MSK	電源同期 MSK
	偏移周波数	± 16Hz	± 16Hz
TD 信号 (列車検知) (無絶縁軌道回路)	搬送周波数	下り 1920, 1958, 2010Hz 上り 2040, 2078, 2118Hz 共通予備 2148Hz	下り 1925, 1975, 2025Hz 上り 2075, 2125, 2175Hz 逆線信号を予備
	変調方式	電源同期 MSK	電源同期 MSK
	偏移周波数	± 5Hz	± 8Hz

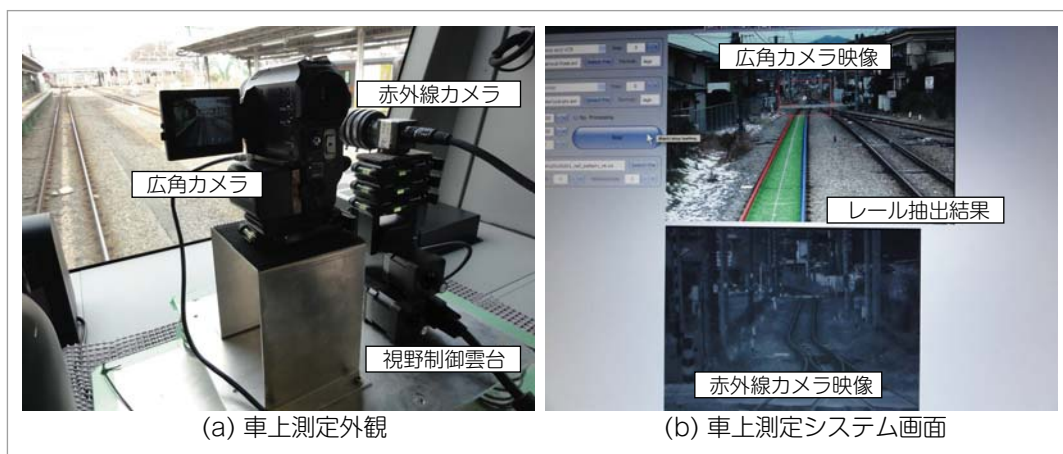
信号通信
情報

特殊信号発光機の視認確認手法の車上への適用

長峯望 鷗飼正人

沿線において列車運転に支障を与える事態が発生した場合に、その異常を運転士に伝え緊急停止させる手段として特殊信号発光機がある。特殊信号発光機は発光信号を現示するものであり、安全確保のために重要な設備であるが、異常時のみ信号を現示するため、平常時は運転士が特殊信号発光機の現示を確認することはできない。そのため、特殊信号

発光機に対する必要な視認距離の確保を運転時間帯に確認することが課題となっている。本稿では、車上で定量的に視認確認するために、点滅回路を用いて不可視光線である近赤外線LEDを特定周期で点滅させる機能を有する特殊信号発光機、当該LEDを撮影する視野制御雲台付赤外線カメラ、及び当該LEDの点滅を認識する画像処理アルゴリズムについて開発を行ったので、現車試験の結果と共に報告する。



信号通信
情報

光学画像センサによる列車前方の監視手法

鷗飼正人 那須ボクダン友幸 長峯望

超分解能レーダ技術では、独自計測用変復調方式である「多周波ステップCPC方式」の開発を行うと共に、高周波レーダ送受信装置の設計・製作を行い、鉄道環境のクラッタデータを取得し、解析を行った。

光学画像センサでは、エッジと輝度勾配に着目してレールを検出する画像処理手法を開発した。障害物の特徴に反応する複数のモジュールを相補的に動作させることで障害物を検知する方式を提案し、7つの画像処理モジュールを開発した。処理の高速化を図るために、マルチコアCPUによる並列化プログラミングを適用した結果、目標とした認識処理速度100ms以内を達成できる見込みを得た。また、画像センサとレーダセンサの融合を図るために、座標系を一致させる座標変換手法について基礎的な研究を行った(図)。

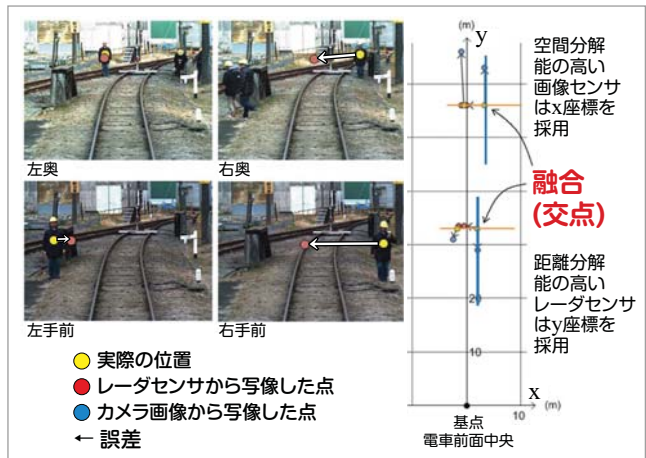


図 障害物検知のためのセンサ出力データの融合手法の例

超分解能レーダ、光学画像センサを試験車両に搭載し、所内のループ線路において障害物検知等のフィールド試験を行い、鉄道安全監視システムへの適用にあたっての基礎的知見を得た。

信号通信
情報

無線式列車制御システム用通信ネットワーク性能シミュレータの開発

菅原宏之 川崎邦弘 中村一城 祇園昭宏

無線式列車制御システムでは、無線によるデータ伝送回線を含む通信ネットワークの性能がシステムの信頼性に直結する。そこで、無線データ伝送回線の設計、および通信ネットワークの設計を効率的に支援することを目的として、鉄道沿線における無線データ伝送品質も考慮した通信ネットワークの信頼性や安定性等の性能を評価することが可能なシミュレータを開発している。

本シミュレータは、無線式列車制御システムを構成する拠点装置～車上制御装置の通信ネットワークを構成し、IEC 62280(鉄道の信号通信システムにおける保安伝送に関する国際規格)のパート2に規定されている脅威を発生させて通信ネットワークの性能を評価可能とするものである。テストシステムを設定して基本的な通信ネットワークをシ

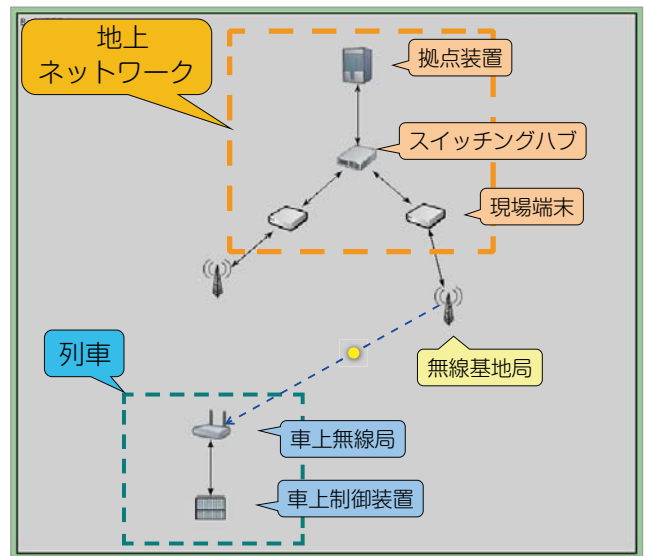


図 シミュレーション実行時の画面

ミュレータ上に構築し、シミュレーションを試行することによって通信ネットワークの性能評価の有効性を確認した。

信号通信
情報

メタル通信回線による鉄道用長距離高速データ伝送方式の導入評価手法

竹内恵一 中村一城 川崎邦弘 山口大介

鉄道で使用されているアナログ搬送通信の代替や光搬送通信を補完する伝送方式の1つとして、xDSLなどのメタル通信回線を用いた高速データ伝送方式の導入が進んでいる。これまで、鉄道総研では鉄道環境での影響や漏話雑音を考慮した高速データ伝送方式の導入可否を評価する手法を開発し、正常な状態の回線における導入可否の評価を可能とした。しかし、既存手法では回線障害を示す指標の一部項目を反映できないため、導入予定回線に回線障害が発生した際に、自回線や隣接する他の回線への影響を考慮した導入評価ができなかった。

そこで、回線障害時の電気的特性への影

響と、複数段に接続した時の遅延時間やジッタも考慮して導入可否を評価する手法の検討を行った。その結果、回線障害の影響は回線減衰量の増加と漏話雑音の増加として評価時のS/Nに反映させ、複数段接続した場合の遅延時間とジッタは段数を基に計算して、許容値と比較する導入評価手法を提案した。

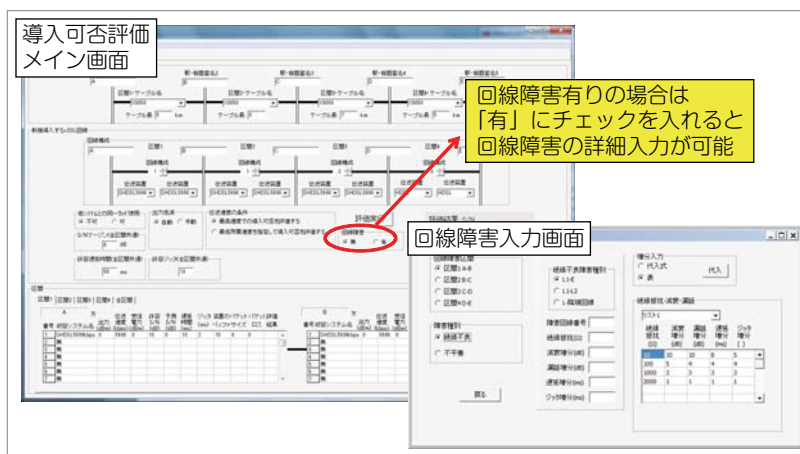


図 提案手法に基づく導入評価支援ツール

信号通信
情報

鉄道における公衆高速無線通信サービス導入時の伝送品質評価手法

中村一城 河村裕介 川崎邦弘 関清隆 松原広

近年、携帯電話やデータ通信サービス等の公衆高速無線通信サービスが普及しており、鉄道業界でも、これらを利用して業務支援システム等を構築したいという要望がある。しかし、公衆高速無線通信サービスは、鉄道事業者が自由に回線設計をできないという課題がある。そこで、鉄道におけるこれらのサービスを利用した伝送システムの設計支援を目的として、その伝送品質を大まかに予測し、所望のアプリケーションの導入可否を評価する手法について検討を行った。

その結果、鉄道事業者が実施できる簡易な測定によって得た結果と、この測定結果を基に推定した基地局位置等の条件から行う簡易なシミュレーションの結果から、車上～地上間の伝

送システムの伝送品質を予測する手法を提案した。さらに、伝送品質の予測結果を基に、所望のアプリケーションが導入可能か否かを、導入線区で所望の品質が確保できる区間の割合で評価する手法を提案し、動画伝送を例に評価を試行してその有効性を確認した。

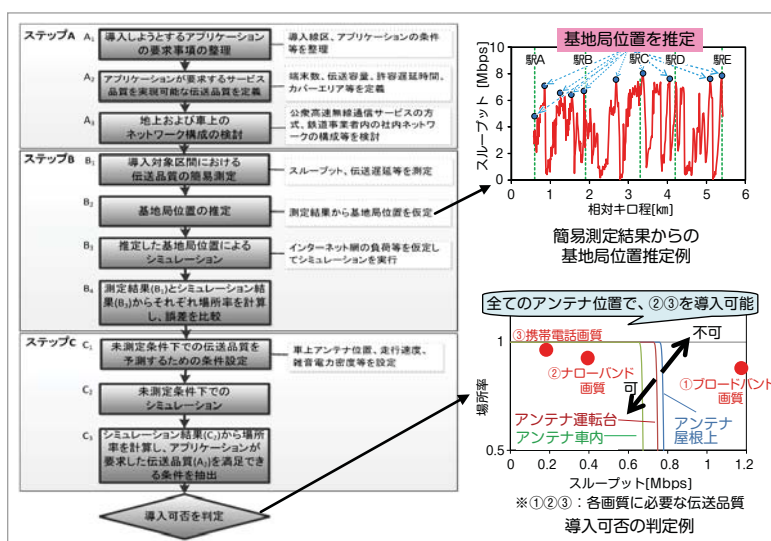


図 伝送品質予測とアプリケーション導入評価の手順